

Nombre: \_\_\_\_\_ C.I.: \_\_\_\_\_

ULA. FACULTAD DE INGENIERIA.  
ESCUELA DE MECANICA  
INSTRUMENTACION

Mérida 22 de enero de 2015

3do EXAMEN PARCIAL. Teoría. A

**SOLUCION**

Seleccione de la lista de instrumentos de la columna derecha el que mejor se adapte a cada una de las afirmaciones o preguntas de la columna de la izquierda. **(1/2) punto cada pregunta.**

1 ( ). Entre los medidores de flujo por presión diferencial por reducción de área el que produce la menor caída de presión en el sistema es 1	A. Tubo de Dall 15
2 ( ). Cuál instrumento se puede construir fácilmente y utilizarlo para determinar el perfil de velocidades en un ducto de aire acondicionado 2	B. Medidor calorimétrico de inserción 16
3 ( ). Cual instrumento se utiliza comúnmente para medir el flujo de entrada de aire a un motor de combustión interna, con inyección electrónica 3	C. Tubo de Pitot 2
4 ( ). Cual instrumento se utiliza comúnmente para medir el flujo de entrada de aire en el carburador de un motor de combustión interna carburado 4	D. Tubo de Annubar 14
5 ( ). Entre los medidores cuyo principio de funcionamiento se basa en la ley de Faraday, el que minimiza la polarización y por tanto el efecto de electrólisis es 5	E. Rotámetro 10
6 ( ). Entre los instrumentos de medición de flujo por diferencia de presión el que puede medir flujo en ambas direcciones es 6	F. Medidor de turbina 11
7 ( ). El instrumentos de mayor exactitud para medir flujo de líquidos, y que se utiliza con frecuencia para calibración de otros instrumentos es 7	G. Medidor de paletas 21
8 ( ). Cual instrumento es el más adecuado para medir en línea el flujo de un líquido no conductor, limpio, sin burbujas y sin perturbar el flujo o interrumpir la el paso del mismo por la tubería 8	H. Tobera de flujo 23
9 ( ). El medidor de flujo por presión diferencial por desaceleración del fluido que permite medir la dirección del las líneas de flujo es 9	I. Medidor ultrasónico de Tiempo de transito 8
10 ( ).El medidor de flujo en donde el área de paso del flujo varía en función del flujo que circula por la tubería es 10	J. Medidor de efecto Coriolis 13
11 ( ).Entre los medidores de flujo por velocidad el que utiliza un convertidor electromagnético para medir la velocidad del rodete es 11	K. Medidor de efecto Doppler 12
12 ( ).Entre los medidores de flujo por ultrasonido el que requiere un mínimo de burbujas o sólidos en suspensión es 12	L. Tubo Venturi 1
13 ( ).El medidor de flujo másico que permite medir el flujo de fluidos no newtonianos, y además determinar la densidad del fluido con bastante precisión es el 13	M. Medidor magnético de corriente alterna 5
14 ( ).El medidor de flujo por presión diferencial por desaceleración del flujo que permite obtener automáticamente el promedio de la velocidad a lo largo del perfil es 14	N. Cuña de flujo 6
15 ( ).El instrumento que se asemeja a un tubo Venturi pero con su superficie más suave y redondeada es 15	O. Tubo de Prandtl 18
16 ( ).Entre los medidores de flujo másico el que compara la temperatura de un cilindro calentado con uno sin calentar para medir el flujo es el 16	P. Medidor Magnético de corriente continua pulsada 22
17 ( ).Entre los medidores de desplazamiento positivo el que se parece a una bomba de engranajes funcionando de forma inversa es el 17	Q. Anemómetro de hilo caliente 3
18 ( ).El medidor de flujo por desaceleración del fluido que tiene integradas la toma de presión estática y de estancamiento en el mismo elemento es el 18	R. Medidor Volumétrico 7
19 ( ).El medidor que mueva alternativamente un volumen conocido hacia un lado y otro en un cilindro con un elemento separador accionado por una válvula es 19	S. Tubo de Prandtl cilíndrico direccional 9
20 ( ).El más económico y sencillo de instalar de los medidores de presión diferencial es 20	T. Medidor de disco oscilante 24
21 ( ).El medidor de desplazamiento positivo que posee un rotor excéntrico en un cilindro con placas que forman cámaras que se llenan y vacían alternativamente al es 21	U. Placa orificio 20
22 ( ).Entre los medidores magnéticos de flujo el que requiere menos potencia y permite una línea base que sirve para omitir las desviaciones es 22	V. Medidor de pistón recíprocante 19
23 ( ). El medidor de presión diferencial en el que la entrada del flujo es suave y redondeada mientras la salida es brusca es 23	W. Medidor birrotor 17
24 ( ).El medidor de flujo por desplazamiento positivo cuyo movimiento al llenar y vaciar sus cámaras se parece al de un trompo al caer es el 24	X. Tobera Venturi 4
	Y. Medidor de lóbulos
	Z. Medidor calorimétrico de tubo calentado

Nombre: \_\_\_\_\_ C.I.: \_\_\_\_\_

ULA. FACULTAD DE INGENIERIA.  
ESCUELA DE MECANICA  
INSTRUMENTACION

Mérida 22 de enero de 2015

3do EXAMEN PARCIAL. Teoría. B

**SOLUCION**

Seleccione de la lista de instrumentos de la columna derecha el que mejor se adapte a cada una de las afirmaciones o preguntas de la columna de la izquierda. (1/2) punto cada pregunta.

1 ( ). El medidor de flujo en donde el área de paso del flujo varía en función del flujo que circula por la tubería es 10	A. Medidor de paletas 21
2 ( ). Entre los medidores cuyo principio de funcionamiento se basa en la ley de Faraday, el que minimiza la polarización y por tanto el efecto de electrólisis es 5	B. Medidor de efecto Coriolis 13
3 ( ). Cuál instrumento se puede construir fácilmente y utilizarlo para determinar el perfil de velocidades en un ducto de aire acondicionado 2	C. Tubo de Dall 15
4 ( ). Cual instrumento se utiliza comúnmente para medir el flujo de entrada de aire a un motor de combustión interna, con inyección electrónica 3	D. Medidor calorimétrico de inserción 16
5 ( ). Cual instrumento se utiliza comúnmente para medir el flujo de entrada de aire en el carburador de un motor de combustión interna carburado 4	E. Tubo de Pitot 2
6 ( ). Entre los instrumentos de medición de flujo por diferencia de presión el que puede medir flujo en ambas direcciones es 6	F. Tubo de Annubar 14
7 ( ). El instrumentos de mayor exactitud para medir flujo de líquidos, y que se utiliza con frecuencia para calibración de otros instrumentos es 7	G. Rotámetro 10
8 ( ). Entre los medidores de flujo por presión diferencial por reducción de área el que produce la menor caída de presión en el sistema es 1	H. Medidor de turbina 11
9 ( ). El medidor de flujo másico que permite medir el flujo de fluidos no newtonianos, y además determinar la densidad del fluido con bastante precisión es el 13	I. Tobera de flujo 23
10 ( ). El medidor de flujo por presión diferencial por desaceleración del fluido que permite medir la dirección del las líneas de flujo es 9	J. Medidor de lóbulos
11 ( ). Entre los medidores de flujo por velocidad el que utiliza un convertidor electromagnético para medir la velocidad del rodete es 11	K. Medidor ultrasónico de Tiempo de transito 8
12 ( ). El medidor que mueva alternativamente un volumen conocido hacia un lado y otro en un cilindro con un elemento separador accionado por una válvula es 19	L. Medidor de efecto Doppler 12
13 ( ). Entre los medidores de flujo por ultrasonido el que requiere un mínimo de burbujas o sólidos en suspensión es 12	M. Anemómetro de hilo caliente 3
14 ( ). El instrumento que se asemeja a un tubo Venturi pero con su superficie más suave y redondeada es 15	N. Tubo Venturi 1
15 ( ). Cual instrumento es el más adecuado para medir en línea el flujo de un líquido no conductor, limpio, sin burbujas y sin perturbar el flujo o interrumpir la el paso del mismo por la tubería 8	O. Medidor magnético de corriente alterna 5
16 ( ). El medidor de flujo por desplazamiento positivo cuyo movimiento al llenar y vaciar sus cámaras se parece al de un trompo al caer es el 24	P. Cuña de flujo 6
17 ( ). El más económico y sencillo de instalar de los medidores de presión diferencial es 20	Q. Tubo de Prandtl 18
18 ( ). Entre los medidores de flujo másico el que compara la temperatura de un cilindro calentado con uno sin calentar para medir el flujo es el 16	R. Medidor Magnético de corriente continua pulsada 22
19 ( ). El medidor de flujo por desaceleración del fluido que tiene integradas la toma de presión estática y de estancamiento en el mismo elemento es el 18	S. Placa orificio 20
20 ( ). El medidor de desplazamiento positivo que posee un rotor excéntrico en un cilindro con placas que forman cámaras que se llenan y vacían alternativamente al es 21	T. Medidor calorimétrico de tubo calentado
21 ( ). El medidor de flujo por presión diferencial por desaceleración del flujo que permite obtener automáticamente el promedio de la velocidad a lo largo del perfil es 14	U. Medidor Volumétrico 7
22 ( ). Entre los medidores magnéticos de flujo el que requiere menos potencia y permite una línea base que sirve para omitir las desviaciones es 22	V. Medidor birrotor 17
23 ( ). Entre los medidores de desplazamiento positivo el que se parece a una bomba de engranajes funcionando de forma inversa es el 17	W. Tubo de Prandtl cilíndrico direccional 9
24 ( ). El medidor de presión diferencial en el que la entrada del flujo es suave y redondeada mientras la salida es brusca es 23	X. Medidor de disco oscilante 24
	Y. Medidor de pistón recíprocante 19
	Z. Tobera Venturi 4

Nombre: \_\_\_\_\_ C.I.: \_\_\_\_\_

ULA. FACULTAD DE INGENIERIA.  
ESCUELA DE MECANICA  
INSTRUMENTACION

Mérida 22 de enero de 2015

3do EXAMEN PARCIAL. Teoría. C

**SOLUCION**

Seleccione de la lista de instrumentos de la columna derecha el que mejor se adapte a cada una de las afirmaciones o preguntas de la columna de la izquierda. (1/2) punto cada pregunta.

1 ( ). El medidor de desplazamiento positivo que posee un rotor excéntrico en un cilindro con placas que forman cámaras que se llenan y vacían alternativamente al es 21	A. Medidor de paletas 21
2 ( ). El medidor que mueva alternativamente un volumen conocido hacia un lado y otro en un cilindro con un elemento separador accionado por una válvula es 19	B. Medidor de efecto Doppler 12
3 ( ). El instrumento que se asemeja a un tubo Venturi pero con su superficie más suave y redondeada es 15	C. Tubo de Dall 15
4 ( ). Cual instrumento se utiliza comúnmente para medir el flujo de entrada de aire en el carburador de un motor de combustión interna carburado 4	D. Medidor calorimétrico de inserción 16
5 ( ). Entre los medidores de flujo por presión diferencial por reducción de área el que produce la menor caída de presión en el sistema es 1	E. Tubo de Annubar 14
6 ( ). Cual instrumento se utiliza comúnmente para medir el flujo de entrada de aire a un motor de combustión interna, con inyección electrónica 3	F. Rotámetro 10
7 ( ). Entre los medidores cuyo principio de funcionamiento se basa en la ley de Faraday, el que minimiza la polarización y por tanto el efecto de electrólisis es 5	G. Medidor de turbina 11
8 ( ). El instrumentos de mayor exactitud para medir flujo de líquidos, y que se utiliza con frecuencia para calibración de otros instrumentos es 7	H. Cuña de flujo 6
9 ( ). El medidor de flujo por presión diferencial por desaceleración del fluido que permite medir la dirección del las líneas de flujo es 9	I. Tobera de flujo 23
10 ( ). El medidor de flujo en donde el área de paso del flujo varía en función del flujo que circula por la tubería es 10	J. Medidor de efecto Coriolis 13
11 ( ).Cuál instrumento se puede construir fácilmente y utilizarlo para determinar el perfil de velocidades en un ducto de aire acondicionado 2	K. Tubo de Pitot 2
12 ( ). Entre los instrumentos de medición de flujo por diferencia de presión el que puede medir flujo en ambas direcciones es 6	L. Medidor magnético de corriente alterna 5
13 ( ). Entre los medidores de flujo por velocidad el que utiliza un convertidor electromagnético para medir la velocidad del rodete es 11	M. Medidor calorimétrico de tubo calentado
14 ( ). El medidor de presión diferencial en el que la entrada del flujo es suave y redondeada mientras la salida es brusca es 23	N. Medidor Volumétrico 7
15 ( ). Entre los medidores de desplazamiento positivo el que se parece a una bomba de engranajes funcionando de forma inversa es el 17	O. Tubo Venturi 1
16 ( ). Entre los medidores de flujo por ultrasonido el que requiere un mínimo de burbujas o sólidos en suspensión es 12	P. Placa orificio 20
17 ( ). El medidor de flujo másico que permite medir el flujo de fluidos no newtonianos, y además determinar la densidad del fluido con bastante precisión es el 13	Q. Tubo de Prandtl 18
18 ( ). Cual instrumento es el más adecuado para medir en línea el flujo de un líquido no conductor, limpio, sin burbujas y sin perturbar el flujo o interrumpir la el paso del mismo por la tubería 8	R. Medidor Magnético de corriente continua pulsada 22
19 ( ). Entre los medidores de flujo másico el que compara la temperatura de un cilindro calentado con uno sin calentar para medir el flujo es el 16	S. Anemómetro de hilo caliente 3
20 ( ). El medidor de flujo por desplazamiento positivo cuyo movimiento al llenar y vaciar sus cámaras se parece al de un trompo al caer es el 24	T. Medidor ultrasónico de Tiempo de transito 8
21 ( ). El medidor de flujo por desaceleración del fluido que tiene integradas la toma de presión estática y de estancamiento en el mismo elemento es el 18	U. Medidor de disco oscilante 24
22 ( ). El más económico y sencillo de instalar de los medidores de presión diferencial es 20	V. Medidor de lóbulos
23 ( ). Entre los medidores magnéticos de flujo el que requiere menos potencia y permite una línea base que sirve para omitir las desviaciones es 22	W. Tubo de Prandtl cilíndrico direccional 9
24 ( ). El medidor de flujo por presión diferencial por desaceleración del flujo que permite obtener automáticamente el promedio de la velocidad a lo largo del perfil es 14	X. Medidor de pistón recíprocante 19
	Y. Medidor birrotor 17
	Z. Tobera Venturi 4

Nombre: \_\_\_\_\_ C.I.: \_\_\_\_\_

ULA. FACULTAD DE INGENIERIA.  
ESCUELA DE MECANICA  
INSTRUMENTACION

Mérida 22 de enero de 2015

3er EXAMEN PARCIAL. Problemas.

**SOLUCIÓN**

Se quiere instalar una placa orificio con tomas en las esquinas, en un tubo de diámetro interno  $D$  por donde circula un flujo de agua que oscila entre 0 y 10 litros por segundo a una temperatura de  $20\text{ }^\circ\text{C}$  y una carga hidrostática de  $H$  metros de columna de agua. Se dispone para la medición de la caída de presión de un manómetro de presión diferencial de diafragma con un rango de 0 a 60 psi. Tomando en cuenta que la presión mínima del sistema debe ser superior en al menos 10 KPa a la presión de vapor para garantizar que el agua no se evapore y se presente cavitación determine:

- |   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| 7. Diferencia de presión en pascales que debe producir el instrumento | 10. Coeficiente de descarga $C$      |
| 8. Velocidad del fluido en la tubería.                                | 11. La relación de diámetros $\beta$ |
| 9. Número de Reynolds del fluido en la tubería                        | 12. El diámetro del agujero $d$      |

Considere los datos marcados

Carga Hidrostática (metros de columna de agua)				Diámetro interno de la tubería (mm)			
$H = 15$	$H = 20$	$H = 30$	$H = 40$	$D = 100$	$D = 125$	$D = 150$	$D = 200$

Propiedades del agua a  $20\text{ }^\circ\text{C}$ : Densidad =  $998,2\text{ Kg/m}^3$ , Viscosidad =  $1,005 \times 10^{-3}\text{ N} \cdot \text{s/m}^2$ , Presión de vapor =  $2,34\text{ KPa}$ .

Duración 90 minutos

**SOLUCION Caso H = 15 mca, D = 100 mm.**

Datos:

$$D = 100\text{ mm}$$

$$Q = 10 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$\rho = 998,2 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3};$$

$$\mu = 1,005 \times 10^{-3} \frac{\text{Ns}}{\text{m}^2};$$

1. Presiones de trabajo:

$$P = \rho g H + 100 \times 10^3 = 246,89\text{ KPa}$$

$$P_{vap} = 2,34\text{ KPa};$$

$$P_{min} = 10\text{ KPa} + P_{vap} = 12,34\text{ KPa};$$

$$DP_{max} = P - P_{min} = 234,55\text{ KPa};$$

Presión que mide el manómetro:

$$DP_{manom} = 60 * 6896,5 = 413,790\text{ KPa}$$

Diferencia de presión que deberá producir el instrumento será el valor más pequeño entre: la diferencia de presión máxima (un valor mayor produciría cavitación), comparado con la que es capaz de medir el manómetro (un valor mayor no podría ser medido por el manómetro).

$$\Delta P = \min(DP_{max}, DP_{manom}) = \min(234,55, 413,79)$$
$$\Delta P = 234,55\text{ KPa}$$

2. Velocidad

$$A = \pi \frac{D^2}{4} = 7,8540 \times 10^{-3}\text{ m}^2$$

$$V = \frac{Q}{A} = 1,2732 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

3. Reynolds

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu} = 1,2646 \times 10^5$$

Nombre: \_\_\_\_\_ C.I.: \_\_\_\_\_

4. Coeficiente de descarga y
5. Relación de diámetros

$$A2 = \frac{\mu}{\sqrt{2\Delta P\rho}} \frac{Re}{D} = 5.8734 \times 10^{-2}$$

Lazo de cálculo iterativo para determinación del diámetro:

Se comienza con los valores iniciales para el coeficiente de descarga  $C = 1$

Calculamos los valores iniciales de (1era iteración):

$$X2 = \frac{A2}{C} = 5.8734 \times 10^{-2}$$

$$\beta = \left( \frac{X2}{1 + X2} \right)^{\frac{1}{4}} = 0.2421$$

$$C = 0,5961 + 0,0261\beta^2 - 0,261\beta^8 + 0,000521 \left( \frac{10^6 \beta}{\text{Re}(D)} \right)^{0,7} + (0,0188 + 0,0063A)\beta^{3,5} \left( \frac{10^6}{\text{Re}(D)} \right)^{0,3} \\ + (0,043 + 0,080e^{-10L_1} - 0,123e^{-7L_1})(1 - 0,11A) \frac{\beta^4}{1 - \beta^4} - 0,031(M'_2 - 0,8M'_2{}^{1,1})\beta^{1,3}$$

Donde, para tomas en las esquinas:  $L_1 = L'_2 = 0$

$$M'_2 = \frac{2L'_2}{1 - \beta}; \quad A = \left( \frac{19000\beta}{\text{Re}(D)} \right)^{0,8} \\ C = 0.5987$$

Definimos como criterio de convergencia  $\text{Crit} < 10^{-3}$

$$\text{Crit} = \left| \frac{A2 - X2C}{A2} \right| = 0.4913 > 10^{-3}$$

Como no se cumple el criterio calculamos de nuevo los valores anteriores (2da iteración):

$$X2 = \frac{A2}{C} = 9.8103 \times 10^{-2}$$

$$\beta = \left( \frac{X2}{1 + X2} \right)^{\frac{1}{4}} = 0.31246$$

$$C = 0.60022$$

$$\text{Crit} = \left| \frac{A2 - X2C}{A2} \right| = 2.5467 \times 10^{-3} > 10^{-3}$$

Como no se cumple el criterio calculamos de nuevo los valores anteriores (3ra iteración):

$$X2 = \frac{A2}{C} = 9.7854 \times 10^{-2}$$

$$\beta = \left( \frac{X2}{1 + X2} \right)^{\frac{1}{4}} = 0.31207$$

$$C = 0.60021$$

$$\text{Crit} = \left| \frac{A2 - X2C}{A2} \right| = 1.6320 \times 10^{-5} < 10^{-3}$$

6. Diámetro del agujero. Como ahora si se cumple el criterio utilizamos el último valor calculado de  $\beta$  para calcular el diámetro de la garganta:

$$d = \beta D = 3.1207 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$d = 1.2286 \text{ pulg}$$

Nombre: \_\_\_\_\_ C.I.: \_\_\_\_\_

## Resultados numéricos para otros valores de ejercicio

D = 1.0000e-001 1.2500e-001 1.5000e-001 2.0000e-001 (i filas)  
H = 15 20 30 40 (j columnas)

Q = 1.0000e-002

P = 2.4689e+005 2.9585e+005 3.9377e+005 4.9169e+005  
Pmin = 12340  
DPmax = 2.3455e+005 2.8351e+005 3.8143e+005 4.7935e+005  
Pmanompsi = 60  
DPmanom = 413790

DPm = 2.3455e+005 2.8351e+005 3.8143e+005 4.1379e+005

A = 7.8540e-003 1.2272e-002 1.7671e-002 3.1416e-002

V =  
1.2732e+000 1.2732e+000 1.2732e+000 1.2732e+000  
8.1487e-001 8.1487e-001 8.1487e-001 8.1487e-001  
5.6588e-001 5.6588e-001 5.6588e-001 5.6588e-001  
3.1831e-001 3.1831e-001 3.1831e-001 3.1831e-001

ReD =  
1.2646e+005 1.2646e+005 1.2646e+005 1.2646e+005  
1.0117e+005 1.0117e+005 1.0117e+005 1.0117e+005  
8.4308e+004 8.4308e+004 8.4308e+004 8.4308e+004  
6.3231e+004 6.3231e+004 6.3231e+004 6.3231e+004

A2 =  
5.8734e-002 5.3422e-002 4.6057e-002 4.4220e-002  
3.7590e-002 3.4190e-002 2.9477e-002 2.8300e-002  
2.6104e-002 2.3743e-002 2.0470e-002 1.9653e-002  
1.4684e-002 1.3356e-002 1.1514e-002 1.1055e-002

C =  
6.0021e-001 5.9987e-001 5.9939e-001 5.9928e-001  
5.9902e-001 5.9879e-001 5.9848e-001 5.9841e-001  
5.9839e-001 5.9823e-001 5.9801e-001 5.9795e-001  
5.9779e-001 5.9769e-001 5.9755e-001 5.9751e-001

B =  
3.1207e-001 2.9783e-001 2.7679e-001 2.7127e-001  
2.5026e-001 2.3876e-001 2.2179e-001 2.1735e-001  
2.0876e-001 1.9914e-001 1.8505e-001 1.8133e-001  
1.5676e-001 1.4952e-001 1.3884e-001 1.3605e-001

Crit =  
1.6320e-005 1.3375e-005 9.8041e-006 9.0065e-006  
6.9089e-006 5.6978e-006 4.2330e-006 3.9053e-006  
3.5674e-006 2.9741e-006 9.6085e-004 9.2602e-004  
7.7122e-004 7.1325e-004 6.3304e-004 6.1303e-004

d =  
3.1207e-002 2.9783e-002 2.7679e-002 2.7127e-002  
3.1282e-002 2.9845e-002 2.7724e-002 2.7169e-002  
3.1315e-002 2.9871e-002 2.7757e-002 2.7199e-002  
3.1352e-002 2.9904e-002 2.7769e-002 2.7210e-002

dpulg =  
1.2286e+000 1.1726e+000 1.0897e+000 1.0680e+000  
1.2316e+000 1.1750e+000 1.0915e+000 1.0696e+000  
1.2329e+000 1.1760e+000 1.0928e+000 1.0708e+000  
1.2343e+000 1.1773e+000 1.0933e+000 1.0713e+000